

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/021368

International filing date: 21 November 2005 (21.11.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-335767  
Filing date: 19 November 2004 (19.11.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 January 2006 (03.01.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 1 月 1 9 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 3 5 7 6 7

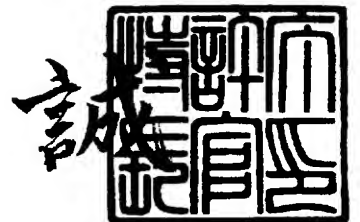
パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 3 3 5 7 6 7  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 横 浜 ゴ ム 株 式 会 社

2 0 0 5 年 1 2 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願		
【整理番号】	P20040347		
【提出日】	平成16年11月19日		
【あて先】	特許庁長官	殿	
【国際特許分類】	B60C 1/00		
	G01H 1/00		
【発明者】			
【住所又は居所】	神奈川県平塚市追分2番1号	横浜ゴム株式会社	平塚製造所内
【氏名】	松田 淳		
【発明者】			
【住所又は居所】	神奈川県平塚市追分2番1号	横浜ゴム株式会社	平塚製造所内
【氏名】	北崎 剛史		
【発明者】			
【住所又は居所】	神奈川県平塚市追分2番1号	横浜ゴム株式会社	平塚製造所内
【氏名】	宮下 直士		
【発明者】			
【住所又は居所】	神奈川県平塚市追分2番1号	横浜ゴム株式会社	平塚製造所内
【氏名】	橋村 嘉章		
【発明者】			
【住所又は居所】	神奈川県平塚市追分2番1号	横浜ゴム株式会社	平塚製造所内
【氏名】	服部 泰		
【特許出願人】			
【識別番号】	000006714		
【氏名又は名称】	横浜ゴム株式会社		
【代理人】			
【識別番号】	100080159		
【弁理士】			
【氏名又は名称】	渡辺 望穂		
【電話番号】	3864-4498		
【選任した代理人】			
【識別番号】	100090217		
【弁理士】			
【氏名又は名称】	三和 晴子		
【電話番号】	3864-4498		
【手数料の表示】			
【予納台帳番号】	006910		
【納付金額】	16,000円		
【提出物件の目録】			
【物件名】	特許請求の範囲	1	
【物件名】	明細書	1	
【物件名】	図面	1	
【物件名】	要約書	1	
【包括委任状番号】	9710081		

## 【書類名】 特許請求の範囲

### 【請求項 1】

路面をタイヤが転動する際の、タイヤの接地領域における滑り状態を検出するタイヤ滑り状態検出方法であって、

転動中のタイヤのトレッド部におけるタイヤの加速度の計測データのうち、タイヤのラジアル方向の計測データを少なくとも含む加速度の計測データを、少なくともタイヤ回転 1 周分取得する取得ステップと、

取得したラジアル方向の計測データから、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データを抽出するとともに、前記タイヤの変形に基づく加速度の時系列データに対して 2 階の時間積分を行って変位データを求めることにより、タイヤのトレッド部における変形量を算出し、算出した変形量から前記タイヤの転動中の接地領域を特定する接地領域特定ステップと、

特定された前記接地領域内において、前記取得ステップで取得した加速度の計測データより、滑り領域を特定する滑り領域特定ステップと、を有することを特徴とするタイヤ滑り状態検出方法。

### 【請求項 2】

前記滑り領域特定ステップでは、前記取得ステップで取得した加速度の計測データから所定の周波数範囲の高周波成分を求め、この高周波成分における振幅のレベルに基づいて前記滑り領域を特定する請求項 1 に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

### 【請求項 3】

前記高周波成分の振幅のレベルが基準値を超える頻度が所定の頻度数を超えるとき、前記滑り領域と判定する請求項 2 に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

### 【請求項 4】

前記滑り領域特定ステップでは、前記接地領域に対する前記滑り領域の比率を算出して、滑り状態を数値化する請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

### 【請求項 5】

前記接地領域特定ステップでは、前記タイヤのトレッド部の周上の領域を、路面との接地領域を含む第 1 の領域とこれ以外の第 2 の領域とに分け、前記第 2 の領域において前記ラジアル方向の計測データを近似した第 1 の近似曲線を算出し、前記第 1 のデータからこの第 1 の近似曲線を差し引くことにより、前記第 1 の領域及び前記第 2 の領域におけるタイヤの変形量に基づく加速度の時系列データを抽出するステップと、

前記タイヤのトレッド部の周上の領域を、路面との接地領域を含む第 3 の領域とこれ以外の第 4 の領域とに分け、前記第 4 の領域において前記変位データを近似した第 2 の近似曲線を算出し、前記変位データの波形からこの第 2 の近似曲線を差し引くことにより、タイヤの変形量を算出するステップと、を有する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

### 【請求項 6】

前記第 1 の近似曲線は、前記第 2 の領域中の前記第 1 のデータの複数個のデータ点を節点として用いて、前記第 1 の領域及び前記第 2 の領域における前記第 1 のデータを近似した曲線である請求項 5 に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

### 【請求項 7】

前記第 1 の近似曲線は、前記第 1 の領域の前記時系列データと前記第 2 の領域の前記時系列データに重み係数を与えて算出したものであり、しかも、前記第 1 の領域の時系列データに比べて前記第 2 の領域の時系列データの重み係数を大きくして、前記第 1 の領域及び前記第 2 の領域における前記時系列データを近似した曲線である請求項 5 又は 6 に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

### 【請求項 8】

前記第 2 の領域及び前記第 4 の領域は、前記タイヤの接地領域の中心位置を基準として周方向の角度の絶対値が少なくとも 60 度以上の領域である請求項 5 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 9】

前記第 2 の近似曲線は、前記第 4 の領域中の前記変位データの複数個のデータ点を節点とし、前記第 3 の領域及び前記第 4 の領域における変位データを近似した曲線である請求項 5 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 10】

前記第 2 の近似曲線は、前記第 3 の領域における変位データと前記第 4 の領域における変位データに重み係数を与えて最小二乗法により算出したものであり、しかも、前記第 3 の領域における変位データに比べて前記第 4 の領域における変位データの重み係数を大きくして、前記第 3 の領域及び前記第 4 の領域における前記変位データを近似した曲線である請求項 5 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 11】

前記加速度の計測データは、前記タイヤのトレッド部に加速度センサを配置して得られるデータである請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 12】

前記加速度センサは、タイヤのトレッド部の周上に、複数個配置した請求項 11 に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 13】

前記加速度センサは、タイヤのトレッド部に、幅方向に複数個配置した請求項 11 に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 14】

前記接地領域の特定は、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データが加速度 0 を横切る 2 つの位置を求め、この 2 つの位置をタイヤの接地領域の前端及び後端に対応する位置として行う請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 15】

前記接地領域の特定の際に用いられるタイヤの変形に基づく加速度の時系列データは、算出されたトレッド部の変形量を時間に関して 2 階微分して得られた加速度の時系列データである請求項 14 に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 16】

前記変位データからタイヤの変形形状を求め、このタイヤの変形形状におけるタイヤの最下点からタイヤ上方向に所定の距離離れた直線を横切る位置をタイヤの接地領域の前端及び後端の位置として前記接地領域を特定する請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載のタイヤ滑り状態検出方法。

#### 【請求項 17】

路面をタイヤが転動する際の、タイヤの接地領域における滑り状態を検出するタイヤ滑り状態検出装置であって、

転動中のタイヤのトレッド部におけるタイヤの加速度の計測データのうち、タイヤのラジアル方向の計測データを少なくとも含む加速度の計測データを、少なくともタイヤ回転 1 周分取得するデータ取得部と、

取得したラジアル方向の計測データから、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データを抽出するとともに、前記タイヤの変形に基づく加速度の時系列データに対して 2 階の時間積分を行って変位データを求めることにより、タイヤのトレッド部における変形量を算出し、算出した変形量から前記タイヤの転動中の接地領域を特定する接地領域特定部と、

特定された前記接地領域内において、前記データ取得部で取得した前記加速度の計測データより、滑り領域を特定する滑り領域特定部と、を有することを特徴とするタイヤ滑り状態検出装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 タイヤ滑り状態検出方法及びタイヤ滑り状態検出装置

【技術分野】

【０００１】

本発明は、路面をタイヤが転動する際の、タイヤの接地領域における滑り状態を検出するタイヤ滑り状態検出方法及びこの方法を実施する装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

車両の旋回時、スリップ角度の付いたタイヤのトレッド部は、路面に対して部分的に滑る。すなわち、スリップ角度の付いたタイヤのトレッド部の接地領域には、トレッド部が路面と凝着する領域（凝着領域）とトレッド部が路面に対して滑る領域（滑り領域）が混在する。そして、スリップ角度が大きくなるに従い、凝着領域は狭く上記滑り領域は広くなり、最終的にタイヤの接地領域全体が滑り領域となってタイヤ全体が路面に対して横滑りを行う挙動（横滑り挙動）を呈する。

【０００３】

一般に、横滑り挙動は、車両のドライバにとって感知が難しく、しかも横滑り挙動が一旦生じると横滑り挙動を抑制して操舵を制御可能に復帰させることは難しい。このため、車両は操舵制御不能に陥り、最終的に衝突事故を起こす場合が多い。

このような問題に対して、従来からアンチロックブレーキシステム（ＡＢＳ）等の制御システムが車両に搭載されて、横滑りを未然に防止することが行われてきた。例えば、ＡＢＳシステムでは、計測されたタイヤの転動速度や走行速度等を用いてタイヤのスリップ率を推定することにより、又車軸に作用する回転トルク等の計測データに基づいて横滑りの挙動の発生を推定し、横滑り挙動が発生しないようにブレーキの制御が行われてきた。

【０００４】

しかし、これらの制御はタイヤ全体に作用する力や速度を計測することによって得られるものであるため、横滑り挙動の発生を常に精度高く推定できるとはいえなかった。特に、タイヤの接地領域内の滑り領域の情報に基づいて横滑り挙動の発生を推定することはできなかった。

【０００５】

下記特許文献１～３では、加速度センサをタイヤに取り付けて、転動中のタイヤの加速度の計測データを取得し、この取得した計測データからパワースペクトルや振動スペクトルを求めて転動中の路面状態を推定する方法、またラジアル方向の加速度の計測データからトレッド部が路面に接触するタイミングを判定する方法等が開示されている。

しかし、特許文献１～３では、加速度の計測データを用いて路面状態を推定できるものの、この計測データから横滑り状態を検出することはできない。

【０００６】

【特許文献１】 特開２００２－３４０８６３号公報

【特許文献２】 特開２００３－１８２４７６号公報

【特許文献３】 特表２００２－５１１８１２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

そこで、本発明は、路面をタイヤが転動する際の、タイヤの接地領域における滑り状態を検出するタイヤ滑り状態検出方法及びタイヤ滑り状態検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記目的を達成するために、本発明は、路面をタイヤが転動する際の、タイヤの接地領域における滑り状態を検出するタイヤ滑り状態検出方法であって、転動中のタイヤのトレッド部におけるタイヤの加速度の計測データのうち、タイヤのラジアル方向の計測データ

を少なくとも含む加速度の計測データを、少なくともタイヤ回転1周分取得する取得ステップと、取得したラジアル方向の計測データから、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データを抽出するとともに、前記タイヤの変形に基づく加速度の時系列データに対して2階の時間積分を行って変位データを求めることにより、タイヤのトレッド部における変形量を算出し、算出した変形量から前記タイヤの転動中の接地領域を特定する接地領域特定ステップと、特定された前記接地領域内において、前記取得ステップで取得した加速度の計測データより、滑り領域を特定する滑り領域特定ステップと、を有することを特徴とするタイヤ滑り状態検出方法を提供する。

#### 【0009】

前記滑り領域特定ステップにて滑り領域を特定する際に用いる加速度の計測データは、タイヤの幅方向の加速度データであることが好ましい。

前記滑り領域特定ステップでは、前記取得ステップで取得した加速度の計測データから所定の周波数範囲の高周波成分を求め、この高周波成分における振幅のレベルに基づいて前記滑り領域を特定することが好ましい。

その際、前記高周波成分の振幅のレベルが基準値を超える頻度が所定の頻度数を超えるとき、前記滑り領域と判定することが好ましい。

また、前記滑り領域特定ステップでは、前記接地領域に対する前記滑り領域の比率を算出して、滑り状態を数値化することが好ましい。

#### 【0010】

また、前記接地領域特定ステップでは、前記タイヤのトレッド部の周上の領域を、路面との接地領域を含む第1の領域とこれ以外の第2の領域とに分け、前記第2の領域において前記ラジアル方向の計測データを近似した第1の近似曲線を算出し、前記第1のデータからこの第1の近似曲線を差し引くことにより、前記第1の領域及び前記第2の領域におけるタイヤの変形量に基づく加速度の時系列データを抽出するステップと、前記タイヤのトレッド部の周上の領域を、路面との接地領域を含む第3の領域とこれ以外の第4の領域とに分け、前記第4の領域において前記変位データを近似した第2の近似曲線を算出し、前記変位データの波形からこの第2の近似曲線を差し引くことにより、タイヤの変形量を算出するステップと、を有することが好ましい。

その際、前記第1の近似曲線は、前記第2の領域中の前記第1のデータの複数のデータ点を節点として用いて、前記第1の領域及び前記第2の領域における前記第1のデータを近似した曲線であることが好ましい。その際、前記第1の近似曲線は、前記第1の領域の前記時系列データと前記第2の領域の前記時系列データに重み係数を与えて算出したものであり、しかも、前記第1の領域の時系列データに比べて前記第2の領域の時系列データの重み係数を大きくして、前記第1の領域及び前記第2の領域における前記時系列データを近似した曲線であることが好ましい。前記第2の領域及び前記第4の領域は、前記タイヤの接地領域の中心位置を基準として周方向の角度の絶対値が少なくとも60度以上の領域であることが好ましい。

#### 【0011】

また、前記第2の近似曲線は、前記第4の領域中の前記変位データの複数のデータ点を節点とし、前記第3の領域及び前記第4の領域における変位データを近似した曲線であることが好ましい。前記第2の近似曲線は、前記第3の領域における変位データと前記第4の領域における変位データに重み係数を与えて最小二乗法により算出したものであり、しかも、前記第3の領域における変位データに比べて前記第4の領域における変位データの重み係数を大きくして、前記第3の領域及び前記第4の領域における前記変位データを近似した曲線であることが好ましい。

#### 【0012】

前記加速度の計測データは、例えば、前記タイヤのトレッド部に加速度センサを配置して得られるデータである。

前記加速度センサは、タイヤのトレッド部の周上に、複数個配置することが好ましい。また、前記加速度センサは、タイヤのトレッド部に、幅方向に複数個配置することが好ま

しい。

#### 【0013】

なお、前記接地領域の特定は、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データが加速度0を横切る2つの位置を求め、この2つの位置をタイヤの接地領域の前端及び後端に対応する位置として行うことが好ましい。その際、前記接地領域の特定の際に用いられるタイヤの変形に基づく加速度の時系列データは、算出されたトレッド部の変形量を時間に関して2階微分して得られた加速度の時系列データであることが好ましい。

あるいは、前記変位データからタイヤの変形形状を求め、このタイヤの変形形状におけるタイヤの最下点からタイヤ上方向に所定の距離離れた直線を横切る位置をタイヤの接地領域の前端及び後端の位置として前記接地領域を特定することも、同様に好ましい。

#### 【0014】

本発明は、さらに、路面をタイヤが転動する際の、タイヤの接地領域における滑り状態を検出するタイヤ滑り状態検出装置であって、転動中のタイヤのトレッド部におけるタイヤの加速度の計測データのうち、タイヤのラジアル方向の計測データを少なくとも含む加速度の計測データを、少なくともタイヤ回転1周分取得するデータ取得部と、取得したラジアル方向の計測データから、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データを抽出するとともに、前記タイヤの変形に基づく加速度の時系列データに対して2階の時間積分を行って変位データを求めることにより、タイヤのトレッド部における変形量を算出し、算出した変形量から前記タイヤの転動中の接地領域を特定する接地領域特定部と、特定された前記接地領域内において、前記データ取得部で取得した前記加速度の計測データより、滑り領域を特定する滑り領域特定部と、を有することを特徴とするタイヤ滑り状態検出装置を提供する。

#### 【0015】

前記滑り領域特定部にて滑り領域を特定する際に用いる加速度の計測データは、タイヤの幅方向の加速度データであることが好ましい。

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明では、タイヤのラジアル方向の加速度の計測データよりタイヤの接地領域を特定するので、この特定した領域を用いて、タイヤの加速度の計測データより接地領域内の滑り状態を効率よく特定することができる。

その際、取得したタイヤの加速度の計測データ、好ましくはタイヤの幅方向の加速度の計測データから所定の周波数範囲の高周波成分を求め、この高周波成分における振幅のレベルに基づいて滑り領域を特定するので、滑り領域の特定が精度良くできる。特に、高周波成分の振幅のレベルが基準値を超える頻度が所定の頻度数を超える場合、滑り領域と判定することにより、精度良くかつ効率的に滑り領域を特定することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

以下、本発明のタイヤ滑り状態検出方法及びタイヤ滑り状態検出装置について、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

#### 【0018】

図1は、本発明に係るタイヤ滑り状態検出方法を実施する本発明に係るタイヤ滑り状態検出装置の一例の構成を示すブロック図である。

図1に示すタイヤ滑り状態検出装置10は、タイヤ1のトレッド部における加速度の計測データを用いて、タイヤ1の接地領域における滑り状態を検出する装置である。タイヤ1のトレッド部の加速度は、タイヤ1の空洞領域のトレッド部の内周面に固定した加速度センサ2で検知され、アンプ4で増幅された加速度の計測データである。加速度センサ2による計測データは、転動するタイヤに設けられた図示されない送信機から受信機3へ送信されてアンプ4で増幅されたデータである。例えば、タイヤに組み込まれたホイールに送信機を設け、加速度センサからのデータをこの送信機から受信機3へデータを送信してもよいし、加速度センサ2に別途送信機能を持たせ、加速度センサ2から受信機3へ送信する

ように構成してもよい。また、ホイールに加速度センサ２のデータを増幅するアンプを送信機とともに設け、受信機で受信したデータをタイヤ滑り状態検出装置１０に供給する構成とすることもできる。

#### 【００１９】

加速度センサ２は、互いに直交する３方向の加速度であり、例えば、本願出願人が先に出願した特願２００３－１３４７２７号に開示された半導体加速度センサが例示される。半導体加速度センサは、具体的には、Ｓｉウエハ外周枠部内にダイアフラムが形成されたＳｉウエハと、このウエハ外周枠部を固定する台座とを有し、ダイアフラムの一方の面の中央部に重錘が設けられ、ダイアフラムには複数のピエゾ抵抗体が形成されている。この半導体加速度センサに加速度が作用した場合、ダイアフラムは変形し、この変形によりピエゾ抵抗体の抵抗値は変化する。この変化を加速度の情報として検出できるようにブリッジ回路が形成されている。

この加速度センサをタイヤ内周面に固定することにより、転動中のタイヤのトレッド部に作用する加速度を計測することができる。

加速度センサ２は、互いに直交する３方向の加速度を検知する加速度センサであるが、この他にピエゾ圧電素子を用いた、互いに直交する３方向の加速度を検知する加速度ピックアップを用いてもよいし、歪みゲージを組み合わせて、互いに直交する３方向の加速度を検知する歪みゲージタイプの加速度ピックアップを用いてもよい。本発明においては、タイヤの幅方向の加速度と、タイヤのラジアル方向及び周方向の少なくともいずれか一方の加速度とを計測可能な加速度センサを用いればよい。

#### 【００２０】

アンプ４で増幅された加速度の計測データが供給されるタイヤ滑り状態検出装置１０は、データ取得部１２、第１信号処理部１４、変形量算出部１６、第２信号処理部１８、滑り領域特定部２０及びデータ出力部２２を有する。これらの各部位は、コンピュータ上で機能するサブルーチンやサブプログラムが実行することで機能するように構成されている。すなわち、ＣＰＵ２４及びメモリ２６を有するコンピュータ上でソフトウェアを実行し、上記各部位が機能することによってタイヤ滑り状態検出装置１０が構成される。なお、第１信号処理部１４及び変形量算出部１６により接地領域特定部１７が形成される。

また、タイヤ滑り状態検出装置１０は、コンピュータの替わりに各部位の機能を専用回路によって構成した専用装置であってもよい。

#### 【００２１】

データ取得部１２は、アンプ４で増幅された少なくともタイヤ１回転分の加速度の計測データを入力データとして取得する部分である。アンプ４から供給されるデータは、アナログデータであり、このデータを所定のサンプリング周波数でサンプリングしてデジタルデータに変換する。デジタルデータのうち、タイヤのラジアル方向のデータを少なくとも含み、タイヤの周方向のデータを場合によっては含む加速度の計測データ（第１のデータ）は第１信号処理部１４に供給され、タイヤの幅方向の加速度の計測データ（第２のデータ）は第２信号処理部１８に供給される。

#### 【００２２】

第１信号処理部１４は、タイヤのラジアル方向のデータを少なくとも含み、タイヤの周方向のデータを場合によっては含むデジタル化された加速度の計測データ（第１のデータ）から、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データを抽出する部位である。第１信号処理部１４では、第１のデータに対して平滑化処理を行い、この平滑化された信号に対して近似曲線を算出して背景成分１を求め、この背景成分１を平滑化処理された第１のデータから除去することにより、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データを抽出する。

#### 【００２３】

変形量演算部１６は、抽出されたタイヤの変形に基づく加速度の時系列データに対して２階の時間積分を行って変位データを求めることにより、タイヤの変形量を算出する部位である。タイヤの変形に基づく加速度の時系列データに対して時間に関する２階積分を行い、この後、２階積分して得られた変位データに対して近似曲線を算出して背景成分２を

求める。この背景成分 2 を、変位データから除去することにより、タイヤの変形量を算出する。

#### 【0024】

第 2 信号処理部 18 は、タイヤの幅方向のデジタル化された加速度の計測データ（第 2 のデータ）にフィルタリング処理、全波整流処理を施し、全波整流処理された第 2 のデータを用いてパルス列の生成を行う部位である。

#### 【0025】

滑り領域特定部 20 は、変形量算出部 16 で得られたタイヤの変形量のデータから接地領域を特定するとともに、第 2 信号処理部 18 で生成されたパルス列を用いて特定された接地領域の範囲内で滑り領域を特定する部位である。

第 1 信号処理部 14、変形量演算部 16、第 2 信号処理部 18 及び滑り領域特定部 20 の具体的な処理は後述する。

#### 【0026】

データ出力部 22 は、検出された滑り領域の情報から、滑り領域の接地領域に対する比率を求めて数値化し、これに基づいて、横滑り挙動の発生限界までの余裕率等の情報を求め出力データとする部分である。得られた出力データは、ディスプレイ 28 に送られ、グラフ表示等に従われる。

#### 【0027】

図 2 は、このようなタイヤ滑り状態検出装置 10 にて行われるタイヤ滑り状態検出方法を示すフローチャートである。図 3（a）～（d）及び図 4（a）～（c）は、タイヤ滑り状態検出方法の各処理で得られる結果の一例を示している。これらの結果は、いずれも加速度センサ 2 のうち、タイヤのラジアル方向の加速度の計測データから、タイヤのトレッド部のラジアル方向の変形量を算出する場合の結果である。この例では、タイヤのラジアル方向の加速度の計測データを用いてタイヤのトレッド部のラジアル方向の変形量のみを算出して接地領域を特定するが、本発明では、タイヤの周方向の加速度の計測データから評価した周方向の変位を加味して接地領域を特定してもよい。

#### 【0028】

まず、アンプ 4 で増幅された加速度がデータ取得部 12 に供給され、所定のサンプリング周波数にてサンプリングされて、デジタル化した計測データが取得される（ステップ S100）。

次に、取得された計測データのうち、第 1 のデータ（ラジアル方向の加速度の計測データ）は、第 1 信号処理部 14 に供給され、まず、フィルタによる平滑化処理が行われる（ステップ S102）。図 3（a）に示すように、第 1 信号処理部 14 に供給された第 1 のデータはノイズ成分が多く含まれるため、フィルタを用いた平滑化処理により、図 3（b）に示すように滑らかなデータとされる。フィルタは、例えば、所定の周波数をカットオフ周波数とするデジタルフィルタが用いられる。カットオフ周波数は、転動速度やノイズ成分によって変化するが、例えば転動速度が 60（km/時）の場合、カットオフ周波数は、0.5～2（kHz）とされる。この他に、デジタルフィルタの替わりに、移動平均処理やトレンドモデル等を用いて平滑化処理を行ってもよい。

#### 【0029】

図 3（b）に示す時系列のグラフでは横軸を時間軸にするとともに、同時にタイヤの周上位置  $\theta$ （度）を表している。タイヤの周上位置  $\theta$ （度）は、図 1 に示すようなタイヤの接地面の中心位置（ $\theta = 180$  度）に対して対向する点 O（図 1 参照）を基準とする角度である。このような周上位置  $\theta$ （度）は、タイヤに記されたマークを図示されないマーク検知装置で検知することにより、マークの周上の位置と加速度センサ 2 の周上位置との相対位置関係から、転動中のタイヤの周上位置  $\theta$ （度）を定めることができる。

図 3（b）において、接地面の中心位置は  $\theta = 180$  度、 $540$  度及び  $900$  度であり、タイヤの略 3 周分の加速度の計測データが示されている。

#### 【0030】

次に、平滑処理された加速度の計測データから背景成分 1 が算出される（ステップ S1

0 4)。

ラジアル方向の加速度の背景成分1は、タイヤの転動中の遠心力（向心力）の加速度成分及び重力加速度成分を含み（なお、周方向の加速度の背景成分においても、これらの成分を含み）、図3（c）に示す例では点線で示される。この背景成分1は、接地面の中心位置 $\theta = 180$ 度、 $540$ 度及び $900$ 度のそれぞれを中心として、絶対値で $0$ 以上 $90$ 度未満の角度の範囲を除いた周上の領域で加速度の計測データに近似するように求められる。

#### 【0031】

背景成分1を具体的に説明すると、タイヤの周上の領域を、路面接地領域を含む第1の領域とこれ以外の第2の領域とに分け、第1の領域として、 $\theta = 90$ 度より大きく $270$ 度未満、 $450$ 度より大きく $720$ 度未満、 $810$ 度より大きく $980$ 度未満の領域を定め、第2の領域として、 $\theta = 0$ 以上 $90$ 度以下及び $270$ 度以上 $360$ 度以下、 $360$ 度以上 $450$ 度以下及び $630$ 度以上 $720$ 度以下、 $720$ 度以上 $810$ 度以下及び $990$ 度以上 $1080$ 度以下の領域を定める。背景成分1は、上記第2の領域中の複数の周上位置（ $\theta$ 又は $\theta$ に対応する時間）を節点として用いて、予め定められた関数群、例えば3次のスプライン関数を用いて、第1の領域及び第2の領域のデータに対して最小二乗法により第1の近似曲線を算出することによって求める。節点は、スプライン関数の局所的な曲率（屈曲性）を規定する横軸上の拘束条件を意味する。図3（b）の例では、図3（b）中の「△」で示される位置、すなわち $\theta = 10, 30, 50, 70, 90, 270, 290, 310, 330, 350, 370, 390, 410, 430, 450, 630, 650, 670, 690, 710, 730, 750, 770, 790, 810, 990, 1010, 1030, 1050, 1070$ 度における時間を節点としている。

#### 【0032】

図3（b）に示すデータに対して、上記節点を有する3次のスプライン関数で関数近似を行うことにより、図3（c）において点線で示される近似曲線が算出される。関数近似する際、第1の領域には節点はなく、第2の領域の複数の節点のみを用いて関数近似を行い、かつ関数近似に際して行う最小二乗法では重み係数を用いる。この重み係数は、第2の領域の重み係数を1とすると第1の領域の重み係数は $0.01$ に設定されて、処理が行われる。このように背景成分1を算出する際、第1の領域の重み係数を第2の領域の重み係数に対して小さくし、かつ第1の領域に節点を定めないのは、第1の近似曲線を、主に第2の領域における加速度の計測データから算出するためである。第2の領域では、トレッド部の接地による変形が小さくかつその変形は周上で滑らかに変化するため、タイヤの転動中の加速度は遠心力（向心力）の加速度成分及び重力加速度成分が支配的である。これに対し、第1の領域では、タイヤのトレッド部は接地変形に基づいて大きくかつ急激に変化する。このため接地変形に基づく加速度成分が、タイヤの回転に基づく遠心力（向心力）の加速度成分及び重力加速度成分に比べて大きくなり、その変化も急激となる。すなわち、第2の領域の加速度の計測データは、概略、タイヤの転動中の遠心力（向心力）の加速度成分及び重力加速度成分であり、第2の領域の加速度の計測データを主に用いて第1の近似曲線を算出することで、第2の領域のみならず、第1の領域におけるタイヤの転動中の遠心力（向心力）の加速度成分及び重力加速度成分を精度よく推定することができる。

なお、図3（c）では、接地中心位置（ $\theta = 180, 540, 900$ 度）を中心として絶対値で $0$ 以上 $90$ 度未満の角度の範囲を第1の領域としたが、本発明における第1の領域は、接地中心位置から少なくとも絶対値で $0$ 以上 $60$ 度未満の角度の範囲を含むものであればよい。

#### 【0033】

次に、算出された背景成分1を表す第1の近似曲線を、ステップS102で処理された加速度の計測データ（第1のデータ）から差し引くことで、第1のデータからタイヤの回転に基づく加速度成分及び重力加速度成分が除去される（ステップS106）。図3（d）には、除去後の加速度の時系列データが示されている。これにより、タイヤのトレッド部

の接地変形に基づく加速度の成分を抽出することができる。

#### 【0034】

次に、接地変形に基づく加速度の時系列データは、変形量算出部16において時間の2階積分が施され、変位データが生成される(ステップS108)。

なお、積分の対象となる加速度のデータには通常ノイズ成分を含むので、2階積分を行うとノイズ成分も同時に積分され、精度の高い変位データを求めることはできない。図4(a)は、図3(c)の加速度の時系列データを時間に関して2階積分した結果である。図4(a)に示されるように、時間と共に変位が急激に増大していることが見られる。これは、積分の対象となる加速度の時系列データにノイズ成分を含み、2階積分により積算されていくからである。一般に、定常状態で転動するタイヤのトレッド部の注目する一点の変位を観察した場合、タイヤの回転周期を単位として周期的な変形を繰り返す。したがって、図4(a)に示すように時間と共に変形が増大することは通常ありえない。

そこで、時間の2階積分が施されて得られた変位データに対して、タイヤの回転周期を単位として周期的な変形を繰り返すように、以下の処理が行われる。

#### 【0035】

すなわち、ステップS104において背景成分1を算出した場合と同様に、変位データに含まれるノイズ成分を背景成分2として算出する(ステップS110)。

具体的に説明すると、タイヤの周上の領域を、路面との接地領域を含む第3の領域とこれ以外の第4の領域とに分け、第3の領域として、 $\theta = 90$ 度より大きく $270$ 度未満、 $450$ 度より大きく $720$ 度未満、 $810$ 度より大きく $980$ 度未満の領域を定め、第4の領域として、 $\theta = 0$ 以上 $90$ 度以下及び $270$ 度以上 $360$ 度以下、 $360$ 度以上 $450$ 度以下及び $630$ 度以上 $720$ 度以下、 $720$ 度以上 $810$ 度以下及び $990$ 度以上 $1080$ 度以下の領域を定める。背景成分2は、上記第4の領域中の複数の周上位置( $\theta$ 又は $\theta$ に対応する時間)を節点とし予め定められた関数群を用いて、第3の領域及び第4の領域のデータに対して最小二乗法により第2の近似曲線を算出することによって求める。なお、第3の領域は、上述した第1の領域と一致する領域であってもよいし、異なる領域であってもよい。また、第4の領域は、上述した第2の領域と一致する領域であってもよいし、異なる領域であってもよい。節点は、上述したように、スプライン関数の局所的な曲率(屈曲性)を規定する横軸上の拘束条件を意味する。図4(b)には、背景成分2を表す第2の近似曲線が点線で示されている。図4(b)の例では、図4(b)中の「△」で示される位置、すなわち $\theta = 10, 30, 50, 70, 90, 270, 290, 310, 330, 350, 370, 390, 410, 430, 450, 630, 650, 670, 690, 710, 730, 750, 770, 790, 810, 990, 1010, 1030, 1050, 1070$ 度における時間を節点としている。

#### 【0036】

図4(a)に示す変位データに対して、上記節点を有する3次のスプライン関数で関数近似を行うことにより、図4(b)において点線で示される第2の近似曲線が算出される。関数近似する際、第3の領域には節点はなく、第4の領域の複数の節点のみを用いて関数近似を行う。関数近似に際して行う最小二乗法では、第4の領域の重み係数を1とし、第3の領域の重み係数を0.01として処理が行われる。このように背景成分2を算出する際、第3の領域の重み係数を小さくし、かつ第3の領域に節点を定めないのである。第4の領域における変位データを主に用いて背景成分2を算出するためである。第4の領域では、トレッド部の接地による変形は小さくかつその変形は周上で滑らかに変化するため、タイヤの変形量は周上で小さく、その変化も極めて小さい。これに対して、第3の領域では、タイヤのトレッド部は接地変形に基づいて大きく変位しかつ急激に変化する。このため、第3の領域では接地変形に基づく変形量は周上で大きくかつ急激に変化する。すなわち、第4の領域におけるトレッド部の変形量は第3の変形量と対比して概略一定を示す。これより、第4の領域の2階積分により得られた変位データを主に用いて第2の近似曲線を算出することで、第4の領域のみならず、接地領域を含む第3の領域におけるタイヤの転動中の変形量を精度よく求めることができる。

図4（b）には、第4の領域の変位データを主に用いて算出された第2の近似曲線が点線で示されている。第4の領域では、第2の近似曲線は変位データ（実線）と略一致している。

#### 【0037】

次に、背景成分2として算出された近似曲線を、ステップS110で算出された変位データから差し引き、トレッド部の接地変形に基づく変形量の周上の分布が算出される（ステップS112）。

図4（c）は、図4（b）に示す変位信号（実線）から第2の近似曲算線（点線）を差し引くことにより算出される、トレッド部の接地変形に基づく変形量の分布を示している。図4（c）は、トレッド部上の所定の測定位置が周上を回転して変位するときの3回転分の変形量の分布（3回の接地）を示している。接地のたびに変形量が変化していることが見られる。

最後に、図4（c）に示すトレッド部における変形量の時系列データについて時間に関して2階微分を行うことにより、図3（d）に示す加速度からノイズ成分が除去された、トレッド部の変形量に対応した加速度の時系列データ、すなわち、トレッド部の接地変形に基づく、ノイズ成分を含まない加速度の時系列データ（後述する図5（a）参照）が算出される（ステップS113）。

このようにして算出される変形量のデータ及びステップS113で求められたタイヤの変形に基づく加速度の時系列データは、滑り領域特定部20に供給されて、接地領域の特定に用いられる。

#### 【0038】

次に、ステップS112で求められたタイヤの変形量のデータ及びステップS113で求められたタイヤの変形に基づく加速度の時系列データから、接地領域が特定される（ステップS114）。

#### 【0039】

図5（a）は、接地領域の特定方法を示している。

まず、ステップS113によって抽出されたタイヤのトレッド部の接地変形に基づく、ノイズ成分を含まない加速度の時系列データにおいて、加速度が急激に変化して0を横切る点が2つ求められる。次に、求められた2つの点に対応する変位データ中の位置が求められ、この位置を図5（a）に示すように接地前端及び接地後端の位置とする。このように加速度の時系列データが急激に大きく変化する部分を、接地前端及び接地後端と定めることができるのは、トレッド部が回転して接地領域に進入するとき、または接地領域から出るとき、タイヤの回転による遠心力加速度成分が急激に変化するからである。また、加速度の時系列データが0を横切る位置を明確に定めることができる。

#### 【0040】

なお、図5（a）中の下のグラフは、タイヤのラジアル方向及び周方向で表される極座標系から、タイヤの上下方向、前後方向で表される直交座標系に変えて書き表したグラフであり、接地により変形したタイヤの変形形状を示すグラフでもある。

上記例は、タイヤのラジアル方向の加速度を用いて得られるラジアル方向の変形量に基づいて接地領域を特定するものであるが、タイヤの周方向の加速度を用いて得られるタイヤの周方向の変形量に基づいて接地領域を特定することができる。接地領域において、周方向では、接地前端及び接地後端で互いに異なる方向に大きく変形することが知られており、この変形を利用して接地前端及び接地後端を定めることができる。

このような方法により特定される接地領域の接地長さは、タイヤの有限要素モデルを用いてシミュレーションを行ったときの接地長さと精度良く一致することが確認されており、したがって、特定される接地領域は精度良く特定されるといえる。

#### 【0041】

また、図5（a）に示す方法に替えて、図5（b）に示す方法で接地領域を特定することもできる。

図5（b）は、タイヤの接地中心位置を原点としたときの、タイヤの前後方向位置をタ

イヤのトレッド部の外径 $R$ で除算して規格化するとともに、タイヤの上下方向位置を外径 $R$ で除算して規格化して、タイヤの変形形状を表したグラフである。図5（b）に示されるようにタイヤの変形形状における、上下方向の最下点からタイヤ上方向に一定距離 $\delta$ 離れた直線を横切る位置を接地前端に対応する規格化位置及び接地後端に対応する規格化位置とする。この規格化位置に外径 $R$ を乗算することにより接地前端及び接地後端の位置を求めることができる。これによりタイヤの接地領域を特定することができる。

前端位置及び後端位置を定めるために用いる一定距離 $\delta$ は、例えば0.001～0.005の範囲にあることが好ましい。また、最下点から上方向にトレッド部が離れたときの距離の自乗値が所定の値を横切る位置を接地前端及び接地後端とすることもできる。例えば、上記所定の値は、0.00002（ $\text{cm}^2$ ）～0.00005（ $\text{cm}^2$ ）の範囲の値であり、好適には0.00004（ $\text{cm}^2$ ）が用いられる。静止したタイヤに負荷する荷重を変えて接地長さを種々調べた測定結果と、上記方法により求めた接地長さの結果は極めて高い相関を示すことから、接地領域は精度良く特定されていると言える。

図6は、図5（a）に示す方法により求められた接地領域の例を示している。図6中の太線の部分が接地領域を示している。

#### 【0042】

一方、アンプ4から供給され、デジタルデータとされたタイヤの幅方向の加速度データ（第2のデータ）は、フィルタリング処理されて、高周波成分と低周波成分のデータに分離される（ステップS202）。

フィルタリング処理には、所定の周波数をカットオフ周波数とするデジタルフィルタが用いられる。カットオフ周波数は、転動速度やノイズ成分によって変化するが、例えば転動速度が60（ $\text{km/時}$ ）の場合、カットオフ周波数は、0.5～2（ $\text{kHz}$ ）とされる。この他に、デジタルフィルタの代わりに、移動平均処理やトレンドモデル等を用いて平滑化処理を行ってもよい。

図7（a）はタイヤの幅方向の加速度の計測データ（第2のデータ）の例を示し、図7（b）はフィルタリング処理により分離された低周波成分のデータを示す。図7（c）はフィルタリング処理により分離された高周波成分のデータを示す。

#### 【0043】

次に、高周波成分のデータに対して全波整流が行われる（ステップS204）。図7（d）は、図7（c）に示す高周波成分のデータが全波整流された結果を示す。

さらに、この結果は、予め設定された基準値と比較され、基準値以上となったデータに対してパルスが発生してパルス列が形成される（ステップS206）。

#### 【0044】

次に、ステップS114で特定された接地領域の情報と、ステップS206で求められたパルス列のデータから、接地領域中における滑り領域が特定される（ステップS208）。

滑り領域は、特定された接地領域の範囲内において、生成されたパルス列における所定の時間内のパルス数が既定数（所定の頻度数）を超える場合、その範囲を滑り領域と判定する。このように、滑り領域の判定は、第2のデータから所定の周波数範囲の高周波成分を求め、この高周波成分における振幅のレベルに基づいて行われる。

なお、上記所定の時間及び上記頻度数は、タイヤの転動速度によって変化するように設定される。図7（e）には、滑り領域と判定された接地領域中の領域 $R_s$ が示されている。

このように、パルス列におけるパルス数の頻度によって滑り領域を特定できるのは、凝着領域では路面に対してタイヤのトレッド部が凝着するのに対し、滑り領域では路面に対してタイヤのトレッド部が滑るため微小振動が発生するからである。この微小振動の発生によって滑り領域を特定することができる。

#### 【0045】

また、滑り領域の特定は、パルス列を生成せず、ステップ202にてフィルタリング処理して得られた高周波成分に含まれる所定の周波数の範囲におけるパワー値が既定値を超

えるか否かによって滑り領域の特定を行うこともできる。

具体的には、図7(c)に示す高周波成分を所定の時間区間ごとに区切り、各時間区間ごとに最大エントロピー法を用いて係数を求めることにより、またウェーブレット変換を用いることにより、またFFT(Fast Fourier Transformation)を用いることにより、図7(c)のデータにおける各時間区間における周波数成分とスペクトルパワー値が求められる。図8(a)に示すグラフは、各時間御毎に周波数成分がどのように変化するか、スペクトルパワー値のレベルとともに記したスペクトグラムである。スペクトルパワー値が高いほど、グレイ濃度は濃くなっている。

このスペクトグラムにおいて、既に特定された接地領域の中から、予め設定された周波数範囲のスペクトルパワー値が既定値を超す領域を滑り領域として定める。図8(b)では領域 $R_s$ が滑り領域となる。このように、滑り領域を、予め設定された周波数範囲のスペクトルパワー値が既定値を超すか否かにより滑り領域を特定できるのは、滑り領域において発生する微小振動の周波数が概略定まっており、滑り領域でこの微小振動が大きくなるからである。

#### 【0046】

こうして求められえた滑り領域は接地領域との間で長さが比較され、滑り領域の接地領域に対する比率が求められる。これに基づいて、横滑り挙動の発生限界までの余裕率等がデータ出力部22において求められる。得られた出力データは、ディスプレイ28に送られ、グラフ表示等に従われる。

以上の方法によって得られる滑り領域の比率等の滑り状態の情報は、運転表示パネルに表示してドライバに提供することができる。また、車両の運動制御システムに提供することもできる。このような利用のためには、効率よく短時間に情報を提供するために、各処理が高速に行われることが求められる。

このために、加速度センサ2をタイヤに周上に複数個設け、タイヤが1周しない間に、各加速度センサ2からの情報をつなぎ合わせて処理を行い、タイヤが1周する間に滑り状態の情報を出力するようにすることができる。

また、タイヤの幅方向に複数個の加速度センサ2を設けることにより、幅方向の各位置における滑り領域の状態を2次元情報として得て、細かく滑り状態の情報を出力することもできる。

また、本発明における加速度の計測データは、トレッド部の内周面に貼り付けた加速度センサによる計測データのほか、タイヤ内部に埋め込んだ加速度センサによる計測データを用いることもできる。

#### 【0047】

以上、本発明のタイヤ滑り状態検出方法及びタイヤ滑り状態検出装置について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてもよいのはもちろんである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【図1】本発明のタイヤ滑り状態検出方法を実施する本発明のタイヤ滑り状態検出装置の一例を示すブロック図である。

【図2】本発明に係るタイヤ滑り状態検出方法の流れの一例を示すフローチャートである。

【図3】(a)～(d)は、本発明のタイヤ滑り状態検出方法で得られる信号波形を示すグラフである。

【図4】(a)～(c)は、本発明のタイヤ滑り状態検出方法で得られる信号波形を示すグラフである。

【図5】(a)及び(b)は、本発明のタイヤ滑り状態検出方法で行われる接地長さの算出方法を説明する図である。

【図6】本発明のタイヤ滑り状態検出方法で特定される接地領域の一例を示す図である。

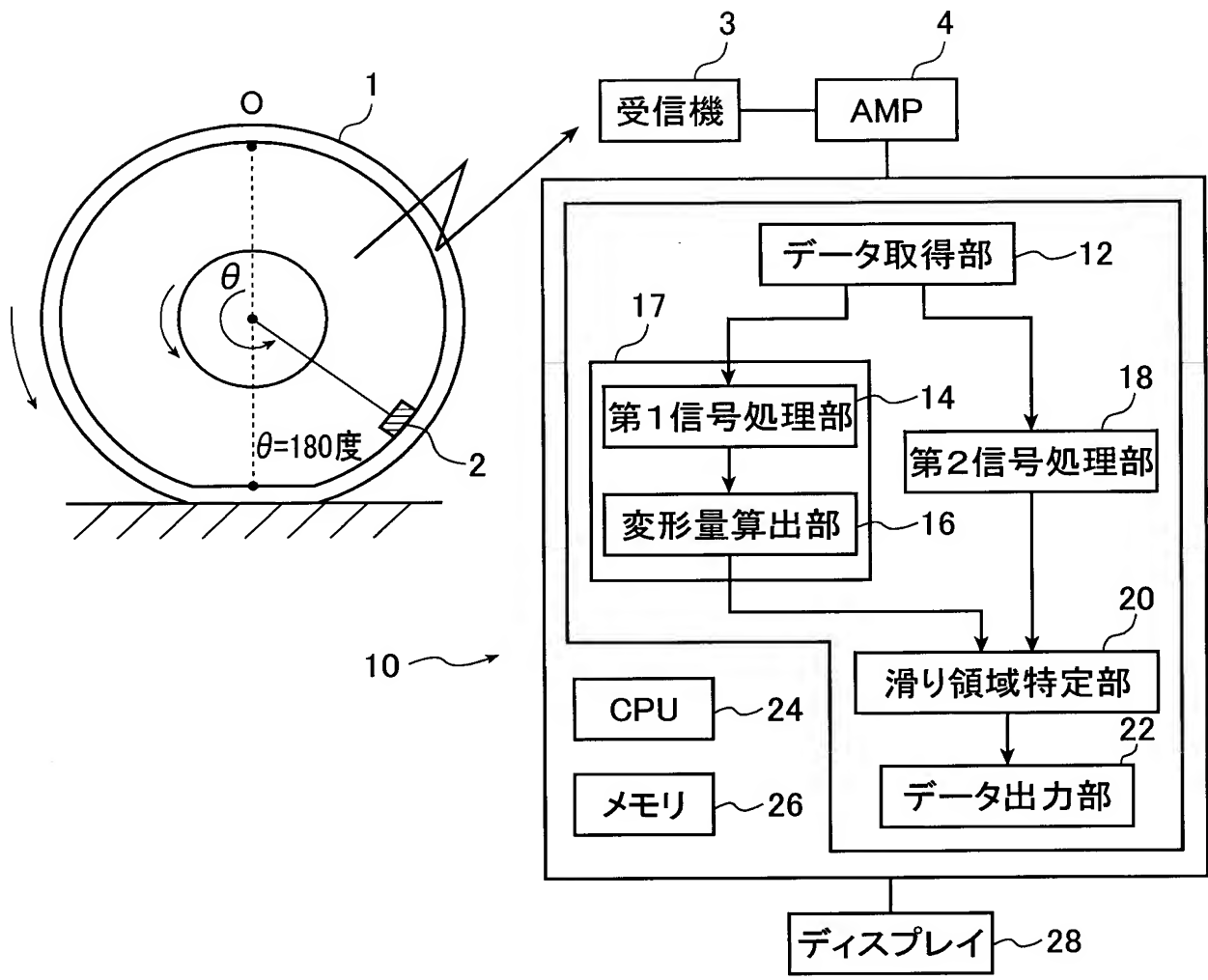
【図 7】（a）～（e）は、本発明のタイヤ滑り状態検出方法において接地領域を特定する一例の方法を説明する図である。

【図 8】（a）及び（b）は、本発明のタイヤ滑り状態検出方法において接地領域を特定する他の方法の例を説明する図である。

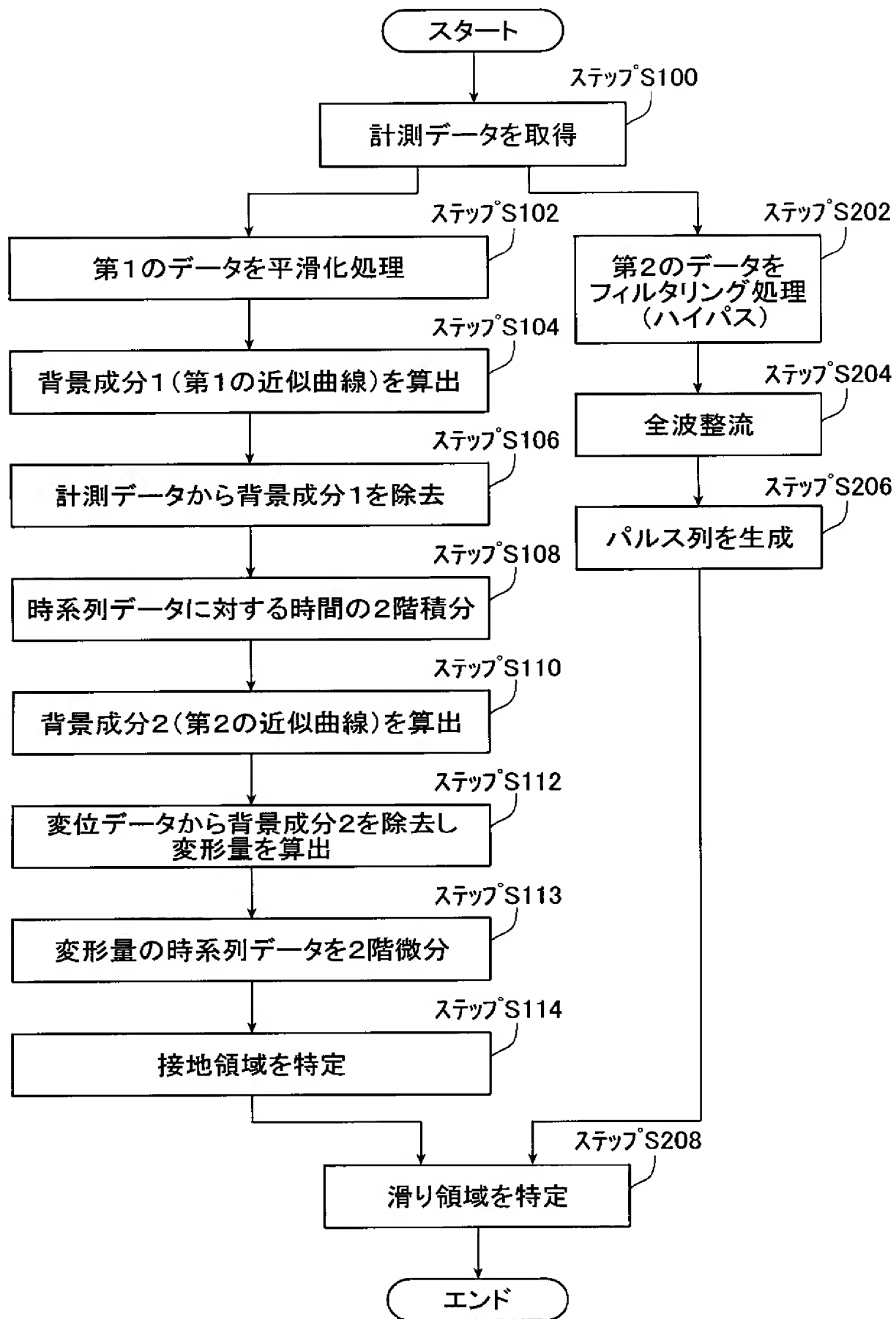
【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

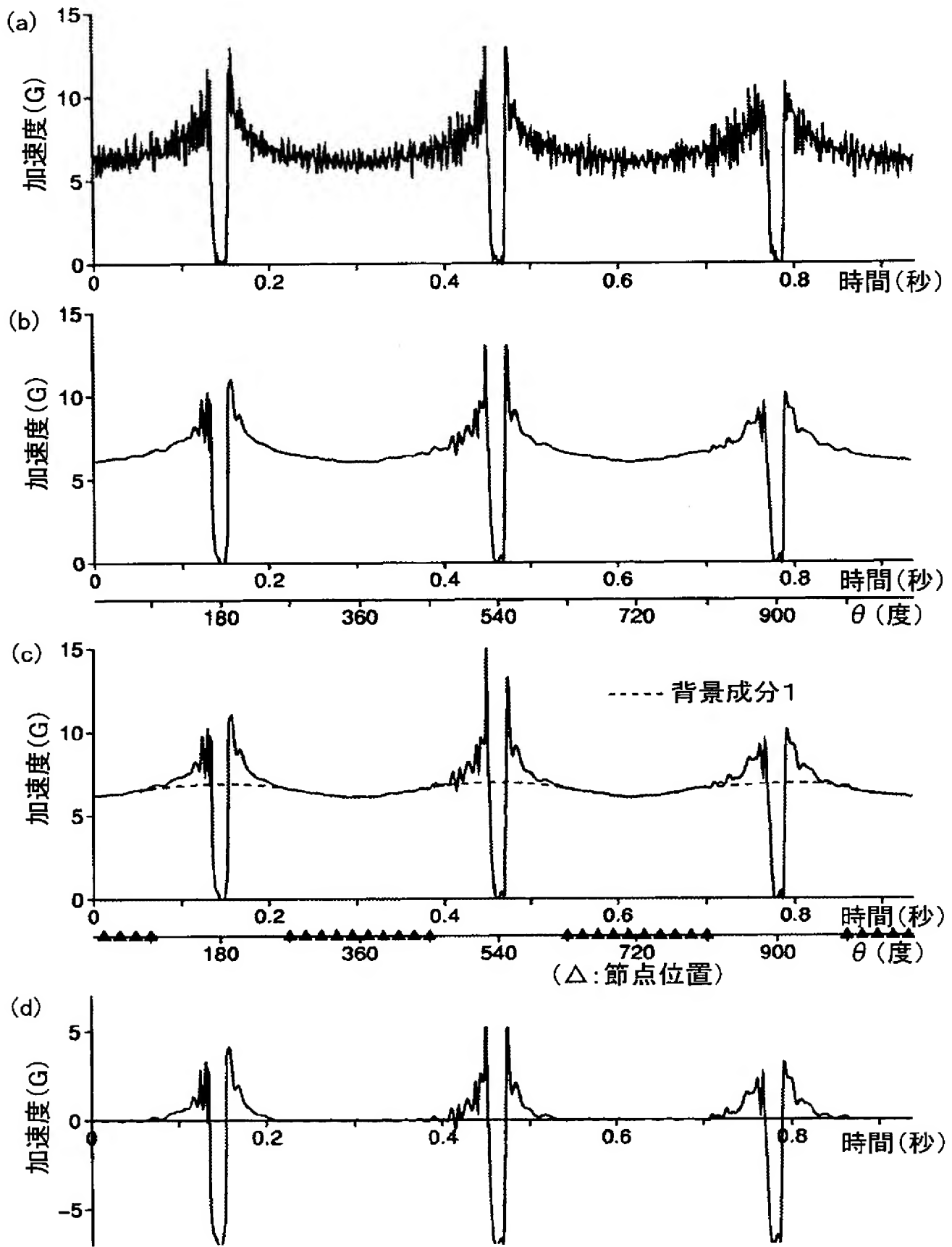
- 1    タイヤ
- 2    加速度センサ
- 3    受信機
- 4    アンプ
- 1 0    タイヤ滑り状態検出装置
- 1 2    データ取得部
- 1 4    第 1 信号処理部
- 1 6    変形量算出部
- 1 8    第 2 信号処理部
- 2 0    滑り領域特定部
- 2 2    データ出力部
- 2 4    C P U
- 2 6    メモリ
- 2 8    ディスプレ イ



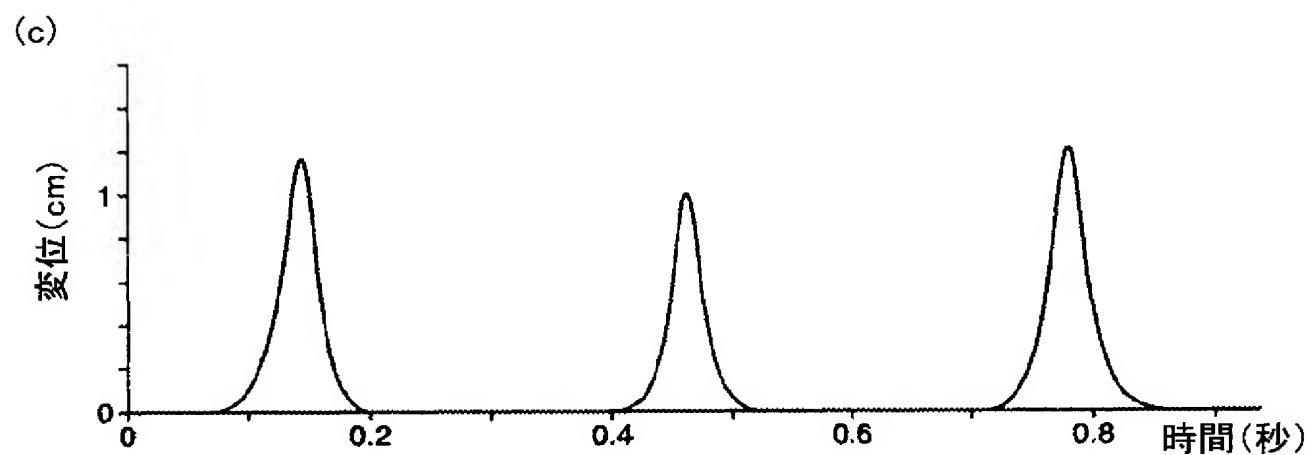
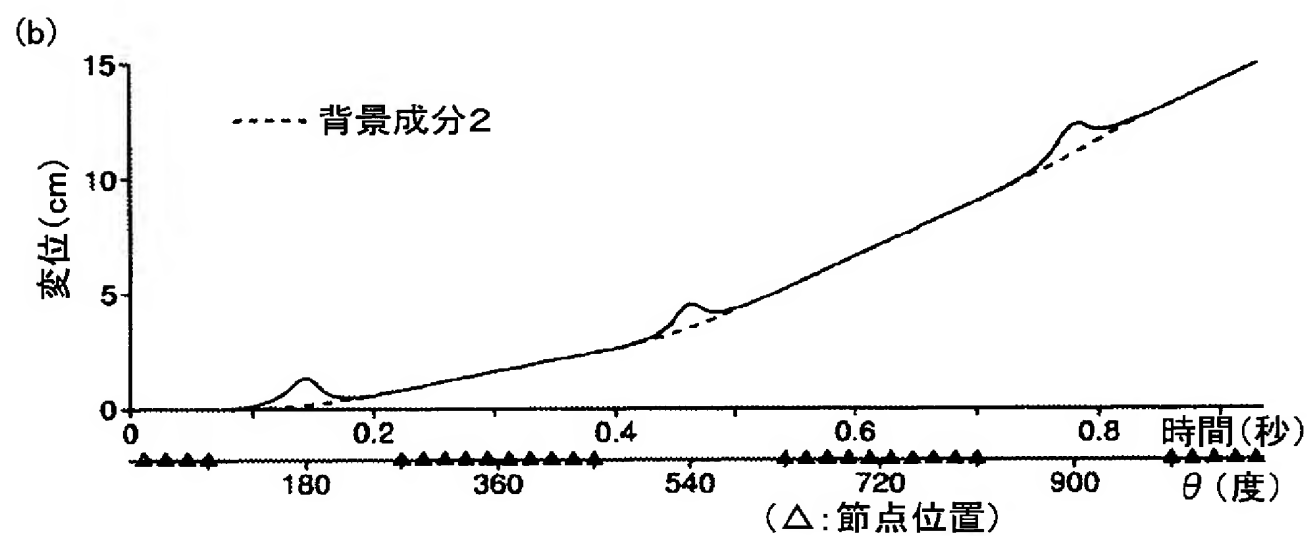
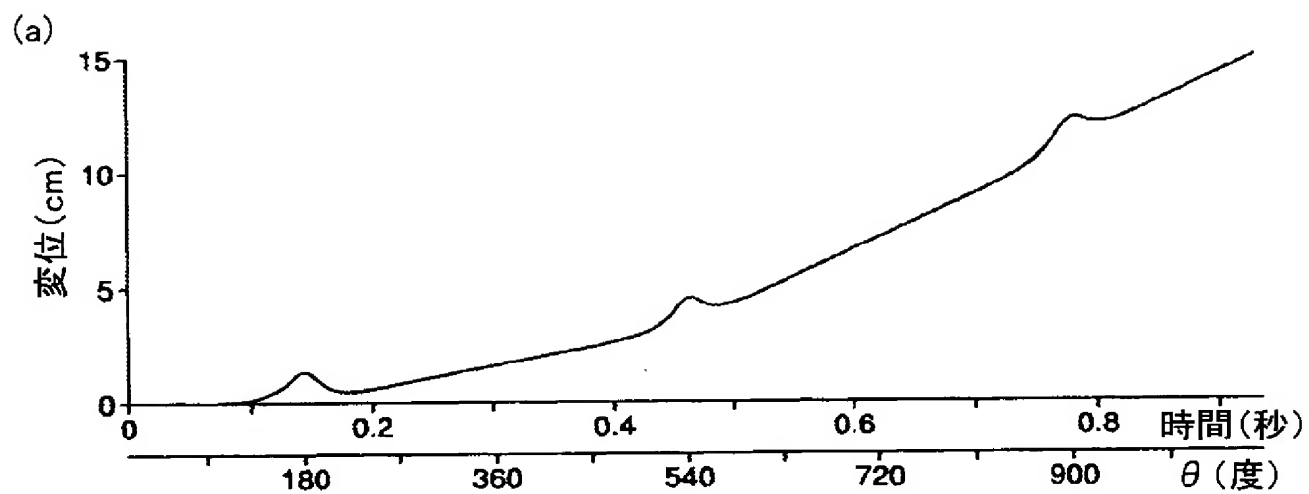
【図 2】



【図 3】

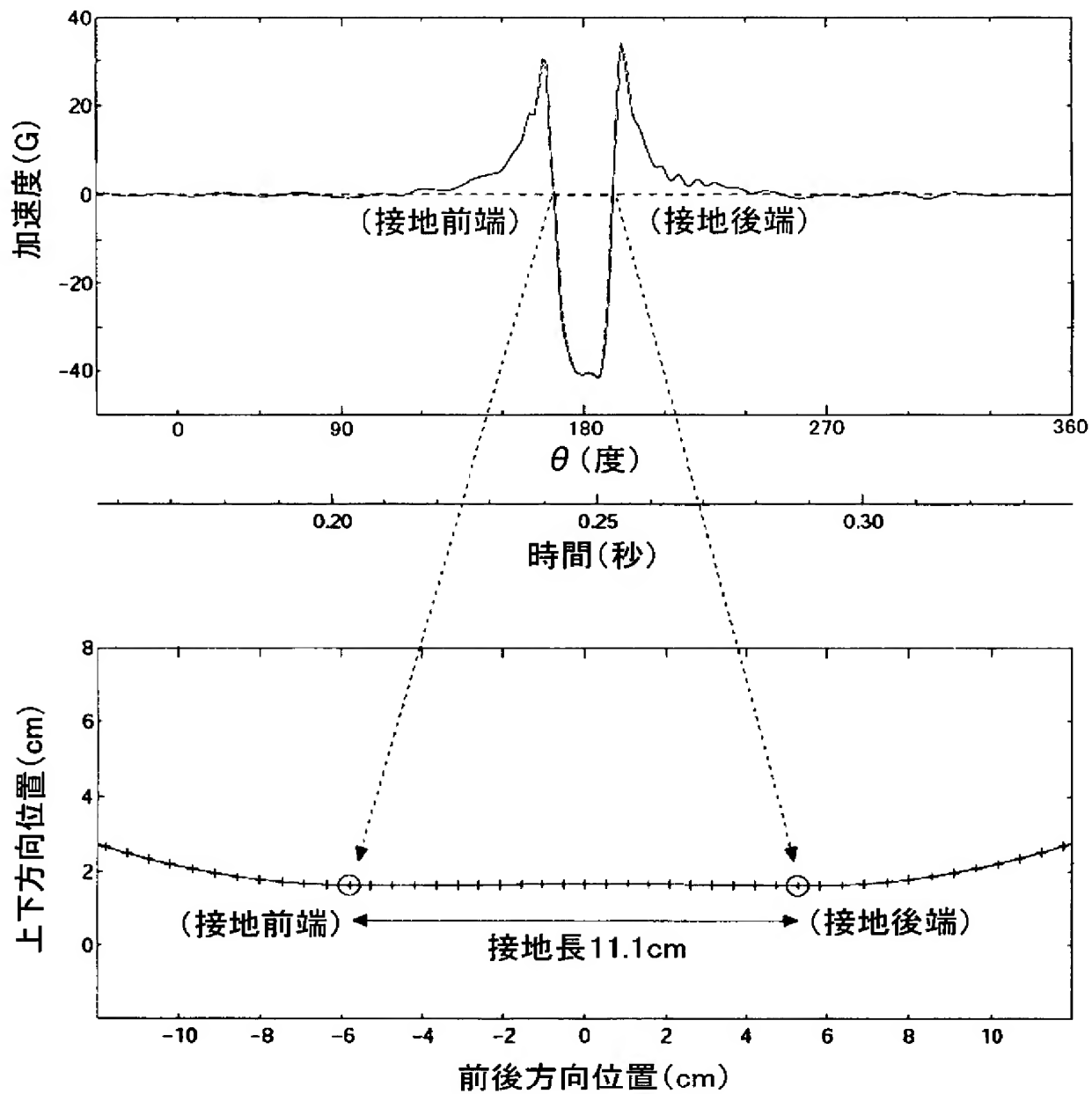


【図 4】

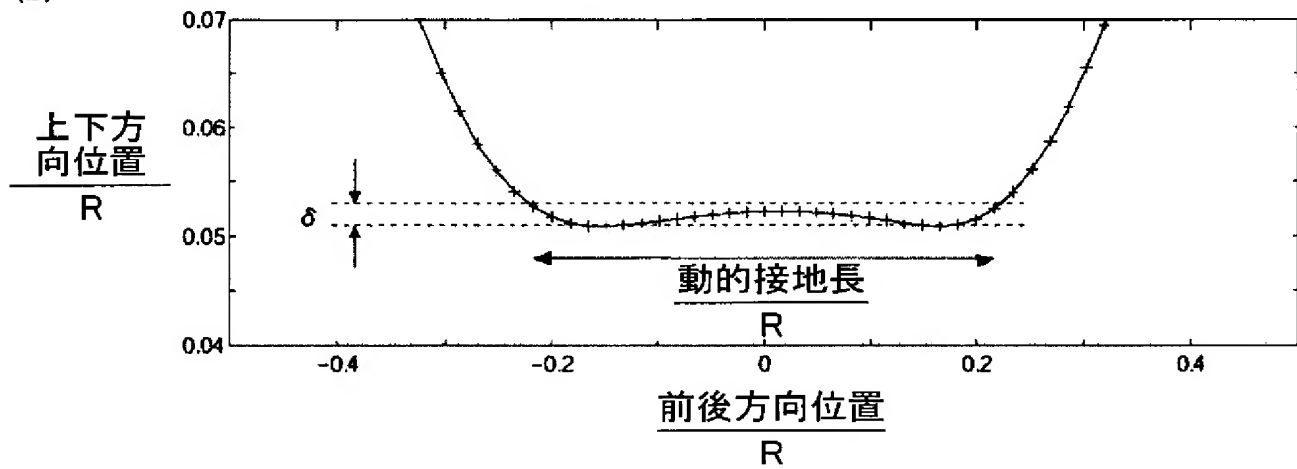


【圖 5】

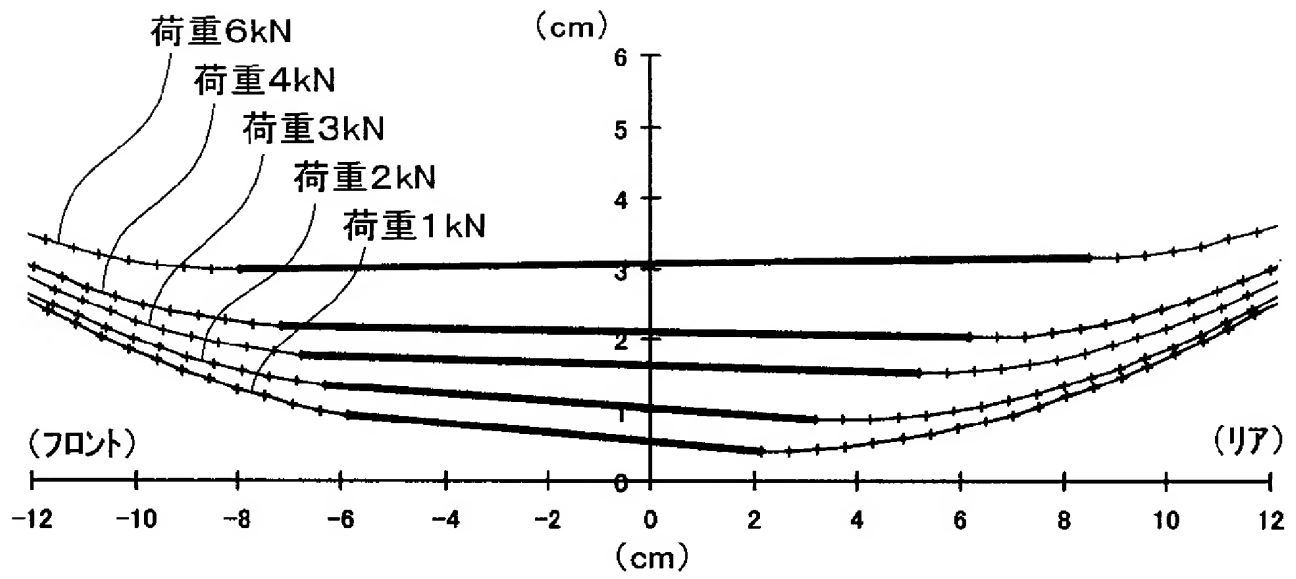
(a)



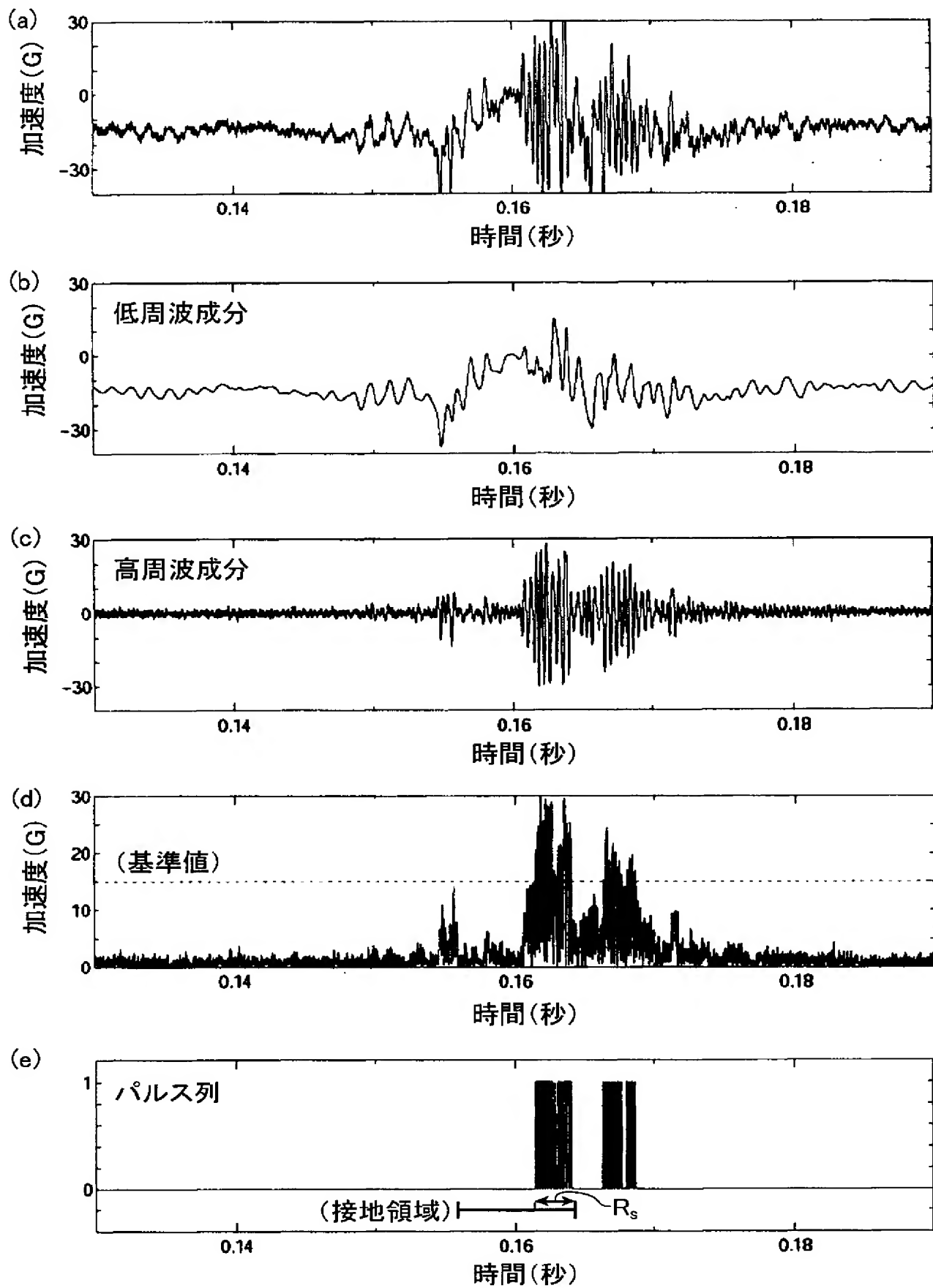
(b)



【図 6】

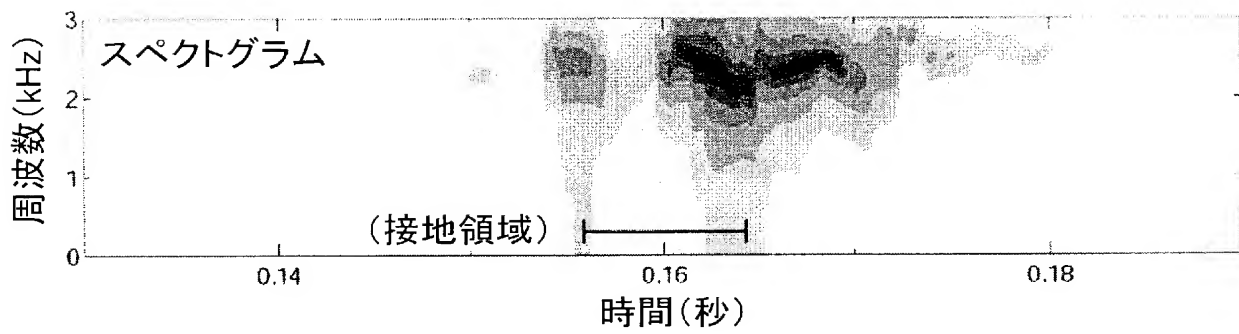


【図 7】

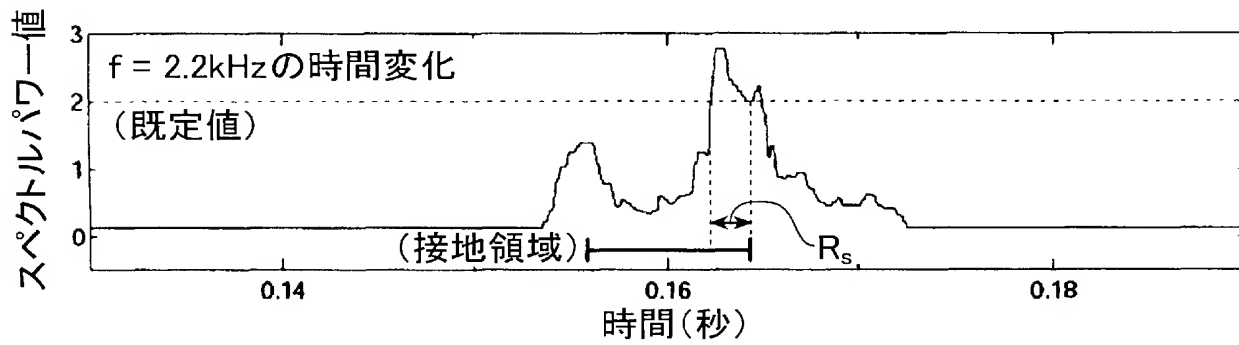


【図 8】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 路面をタイヤが転動する際の、タイヤの接地領域における滑り状態を検出するタイヤ滑り状態検出方法及びタイヤ滑り状態検出装置を提供する。

【解決手段】 転動中のタイヤのトレッド部における、少なくともタイヤ回転1周分の加速度の計測データであって、タイヤのラジアル方向の計測データのみ、又はラジアル方向と周方向の計測データを第1のデータとして、タイヤの幅方向の計測データを第2のデータとしてそれぞれ取得する。次に、取得した第1のデータから、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データを抽出するとともに、タイヤの変形に基づく加速度の時系列データに対して2階の時間積分を行って変位データを求めることにより、タイヤのトレッド部における変形量を算出し、算出した変形量からタイヤの転動中の接地領域を特定する。次に、特定された接地領域内において、第2のデータより、第2のデータの振動レベルに基づいて滑り領域を特定する。

【選択図】 図2

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 6 7 1 4

19900807

新規登録

東京都港区新橋5丁目3番11号

横浜ゴム株式会社